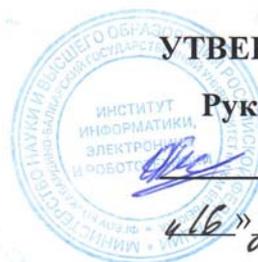


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный  
университет им. Х.М. Бербекова»  
(КБГУ)

Институт информатики, электроники и робототехники



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП

О.А. Молоканов

«16» сентября 2024

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Основы технологии ЭКБ»**

**Специальность**

**Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального  
назначения**

**Специализация**

**Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и  
системы**

**Форма обучения**

**очная**

**Квалификация(степень выпускника)**

**инженер**

**Нальчик 2024**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.
2. Методические материалы и типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.
3. Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности.

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей, критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

**Карта компетенций**

**Общепрофессиональные компетенции:**

**ОПК-4.** Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения

*Код и наименование индикаторов достижения компетенции:*

**ОПК-4.1.**

Способен разрабатывать алгоритмы решения задач своей профессиональной деятельности.

**ОПК-4.2.**

Способен разрабатывать программное обеспечение для решения задач своей профессиональной деятельности.

**Профессиональные компетенции:**

**ПК-4.** Способен к внедрению технологических процессов производства и контроля качества оптотехники, оптико-электронных и оптических приборов, комплексов и их составных частей

*Код и наименование индикаторов достижения компетенции:*

**ПК-4.1.** Способен обосновывать требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания и возможностей организации изготовителя.

**ПК-4.2.** Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

**ПК-5.** Способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления оптотехники, оптических, оптикоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей

*Код и наименование индикатора достижения компетенции:*

**ПК-5.3.** Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

**Тип компетенций:** профессиональные компетенции выпускника образовательной программы по специальности **12.05.01 «Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения»**, специализация **«Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы»**, уровень ВО – специалист.

**1.1. Этапы формирования компетенций и средства оценивания**

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
--	--	---------------------------------

<p><b>ОПК-4.</b> Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p><b>ОПК-4.1.</b> Способен разрабатывать алгоритмы решения задач своей профессиональной деятельности.</p> <p><b>ОПК-4.2.</b> Способен разрабатывать программное обеспечение для решения задач своей профессиональной деятельности.</p>	<p><b>Знать</b> основы программирования: языки программирования (Python, Java, C++, и др.), принципы работы компьютера на низком уровне (процессор, память, устройства ввода/вывода).</p> <p><b>Уметь</b> работать с различными инструментами и средами разработки (IDE, системы контроля версий, библиотеки и т.д.)</p> <p><b>Владеть</b> навыками работы с базами данных и написание эффективных запросов.</p>
<p><b>ПК-4.</b> Способен к внедрению технологических процессов производства и контроля качества оптоэлектронных и оптических приборов, комплексов и их составных частей</p>	<p><b>ПК-4.1.</b> Способен обосновывать требования к изготовлению оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей с учетом требований технического задания и возможностей организации изготовителя.</p> <p><b>ПК-4.2.</b> Способен применять компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>	<p><b>Знать</b> методы изготовления оптико-электронных приборов и способы организации их производства; методики и технические средства контроля и испытаний; способы повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства.</p> <p><b>Уметь</b> анализировать техническое задание на разработанные модели оптико-электронных приборов, отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий.</p> <p><b>Владеть</b> методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; методами отработки изделий на технологичность и улучшение качества изделий</p>
<p><b>ПК-5.</b> Способен проектировать специальную оснастку,</p>	<p><b>ПК-5.3.</b> Способен применять компьютерные технологии и программные</p>	<p><b>Знать</b> виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных</p>

<p>предусмотренную технологией изготовления оптикотехники, оптических, оптикоэлектронных приборов, комплексов и их составных частей</p>	<p>средства проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p>	<p>и частей; виды технологических процессов сборки приборов и комплексов</p> <p><b>Уметь</b> планировать потребности в оборудовании, материально-технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; организовывать подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и составных частей.</p> <p><b>Владеть</b> навыками организации материально-технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования.</p>
---	---	---

## 1.2. Критерии формирования оценок на различных этапах их формирования

### Текущий и рубежный контроль

Оценка регулярности, своевременности и качества выполнения обучающимися учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость обучающегося по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ. Общий балл складывается в результате проведения текущего и рубежного контроля по дисциплине:

Этап (уровень)	Первый этап (уровень)	Второй этап (уровень)	Третий этап (уровень)
<b>Баллы</b>	<b>36-50 баллов</b>	<b>51-60 баллов</b>	<b>61-70 баллов</b>
<b>Характеристика</b>	<p>Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение лабораторных работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценку «удовлетворительно».</p>	<p>Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение лабораторных работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценку «хорошо».</p>	<p>Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».</p>

На первом (начальном) этапе формирования компетенции формируются знания, умения и навыки, составляющие базовую основу компетенции, без которой невозможно ее дальнейшее развитие. Обучающийся воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила, выполняет и защищает лабораторные работы.

На втором (основном) этапе формирования компетенции приобретается опыт деятельности, когда отдельные компоненты компетенции начинают «работать» в комплексе и происходит выработка индивидуального алгоритма продуктивных действий, направленных на достижение поставленной цели. На этом этапе обучающийся осваивает аналитические действия с предметными знаниями по конкретной дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя координирование хода работы, переносит знания и умения на новые условия.

Третий (завершающий) этап – это овладение компетенцией. Обучающийся способен использовать знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях. По результатам этого этапа обучающийся демонстрирует итоговый уровень сформированности компетенции.

#### **Промежуточная аттестация (зачет)**

<b>Оценка</b>	<b>Не зачтено</b>	<b>Зачтено</b>
<b>Баллы</b>	36-60 баллов	61-70 баллов
<b>Характеристика</b>	Обучающийся имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля. На зачете не выполнил предложенное преподавателем задание. По итогам промежуточного контроля получил 0 баллов.	Обучающийся имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете полностью выполнил 1/3 и более предложенного преподавателем задания. По итогам промежуточного контроля получил от 11 до 25 баллов.  Обучающийся имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете выполнил одно задание полностью или частично выполнил 2 из трех заданий. По итогам промежуточного контроля получил от 1 до 10 баллов. Обучающемуся, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачета.

#### **2. Методические материалы и типовые контрольные задания, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

##### **Перечень оценочных средств**

<b>№</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
----------	---	---	--

1.	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для представления материала по некоторой теме / решения задач определенного типа по некоторому разделу	Вопросы по темам / разделам дисциплины
3.	Лабораторная работа	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание по работе должно быть направлено на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, и должно содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.	Перечень лабораторных работ
4.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

### 3. Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности

#### 3.1. Вопросы для коллоквиумов и контрольных работ

*контролируемые компетенции (ОПК-4.1, ОПК-4.2., ПК-4.1., ПК-4.2, ПК-5.3)*

##### **Первый коллоквиум**

1. *Общие сведения о планарной технологии производства интегральных микросхем.*
2. *Изготовление полупроводниковых пластин.*
3. *Способы получения p–n переходов*

##### **Второй коллоквиум**

1. Технология получения эпитаксиальных слоев
2. Литографические процессы в производстве интегральных микросхем

##### **Третий коллоквиум**

1. Металлизация в производстве интегральных микросхем
2. Диэлектрические покрытия на кремнии
3. Сборка и испытание ИМС-структур

### Рекомендации при подготовке к коллоквиуму

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

### 3.2. Критерии оценивания

Оценка			
Неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

### *Методические рекомендации по выполнению контрольной работы*

При выполнении заданий необходимо внимательно ознакомиться с контентом по вопросу соответствующей темы. Основная цель работы - овладеть навыками исследования изучаемого вопроса.

### 3.3. Типовые тестовые задания по дисциплине

*(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2., ПК-4.1., ПК-4.2, ПК-5.3)*

V1: Понятие о фотолитографическом методе

I:

S: Вторым этапом проведения литографии является:

- : подготовка пластин
- +: нанесение фоторезиста
- : совмещение и экспонирование
- : проявление фоторезиста
- : травление нижележащего слоя
- : удаление фоторезиста

I:

S: Первым этапом проведения литографии является:

- +: подготовка пластин
- : нанесение фоторезиста
- : совмещение и экспонирование
- : проявление фоторезиста
- : травление нижележащего слоя
- : удаление фоторезиста

I:

S: Завершающим этапом проведения литографии является:

- : подготовка пластин
- : нанесение фоторезиста
- : совмещение и экспонирование
- : проявление фоторезиста
- : травление нижележащего слоя
- +: удаление фоторезиста

I:

S: Правильной последовательностью проведения основных этапов фотолитографии является:

- 1: подготовка пластин
- 2: нанесение фоторезиста
- 3: совмещение и экспонирование
- 4: проявление фоторезиста
- 5: травление нижележащего слоя
- 6: удаление фоторезиста

I:

S: Подготовка поверхности к нанесению фотослоя заключается в обработке специальными растворителями при температурах близких к:

- +: температуре кипения
- : комнатной температуре
- : температуре плавления подложки

I:

S: Правильной последовательностью подготовки поверхности к нанесению фотослоя является:

- 1: обработка подложек специальными растворителями
- 2: Промывка подложек в проточной дистиллированной или деионизованной воде
- 3: Сушка подложек

I:

S: При негативном фоторезисте под действием ультрафиолетового света происходит ... освещенных участков пленки.

- : разрушение
- +: полимеризация

I:

S: При позитивном фоторезисте под действием ультрафиолетового света происходит ... освещенных участков пленки.

- +: разрушение
- : полимеризация

I:

S: Негативный фотошаблон- это фотошаблон, на котором изображение элементов схемы представлено в виде:

- +: светлых участков на непрозрачном фоне
- : темных участков на непрозрачном фоне
- : светлых участков на прозрачном фоне
- : темных участков на прозрачном фоне

I:

S: Позитивный фотошаблон- это фотошаблон, на котором изображение элементов схемы

представлено в виде:

- + : непрозрачных для актиничного излучения участков на светлом прозрачном фоне
- : прозрачных для актиничного излучения участков на светлом прозрачном фоне
- : непрозрачных для актиничного излучения участков на светлом непрозрачном фоне
- : непрозрачных для актиничного излучения участков на темном прозрачном фоне

I:

S: Фотошаблон- это пластина либо полимерная пленка со сформированным на ее поверхности рисунком элементов схем из материала, ... :

- + : не пропускающее актиничное излучение
- : пропускающее актиничное излучение
- : не пропускающее магнитное излучение
- : пропускающее магнитное излучение

I:

S: Повышение разрешающей способности фоторезиста сопровождается ... к подложкам.

- + : снижением адгезии
- : повышением адгезии
- : снижением когезии

I:

S: К основным требованиям при выборе фоторезистов относятся (несколько верных ответов):

- + : способность образования сплошных пленок
- + : хорошая адгезия к подложкам
- : хорошая когезия к подложкам
- + : кислотоустойчивость
- + : высокая разрешающая способность

I:

S: Преимуществами метода пульверизации при нанесении фоторезиста является (несколько верных ответов):

- + : высокая однородность пленки по толщине
- + : отсутствие утолщений на краях
- + : отсутствие проколов
- : относительно дешевизна
- : простое оборудование

I:

S: Удаление фоторезиста проводится в:

- + : кислородной плазме
- : проточной дистиллированной воде
- : проточной деионизованной воде

I:

S: При окончании процесса травления нижележащего слоя, пластины переносятся:

- + : под водяной душ
- : в вакуумную камеру
- : в кислородную плазму

I:

S: Травление нижележащего слоя осуществляется в растворе ... кислоты:

- + : соляной
- : плавиковой
- : серной

- : азотной
- : кремниевой

I:

S: После формирования в слое фоторезиста скрытого рисунка следует операция ... :

- +: проявления
- : травления
- : сушки
- : совмещения

I:

S: Существуют следующие методы экспонирования при изготовлении рабочих копий фотошаблонов (несколько верных ответов):

- +: контактное
- +: проекционное
- +: экспонирование с зазором
- : контактно-проекционное
- : фотоэмульсионное

I:

S: При больших скоростях вращения центрифуги число проколов ... :

- +: увеличивается
- : уменьшается
- : не изменяется

### **Методические рекомендации**

Полный банк тестовых заданий по дисциплине представлен в системе онлайн-обучения на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования КБГУ (<https://open.kbsu.ru>). Обучающийся, чтобы пройти тестирование, входит в систему open.kbsu.ru под своим личным логином и паролем, выбирает нужную дисциплину и проходит тестирование.

### **Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:**

- 5 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;
- 4 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;
- 3 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;
- 2 балла – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 26-49 % от общего объема заданных тестовых вопросов.
- 1 балл – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 11-25 % от общего объема заданных тестовых вопросов.<sup>13</sup>
- 0 баллов – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 11 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

### **3.4. Перечень лабораторных работ**

(контролируемые компетенции (ОПК-4.1, ОПК-4.2., ПК-4.1., ПК-4.2, ПК-5.3)

№ п/п	Наименование лабораторных работ
1.	Составление технологического маршрута изготовления прибора
2.	Определение глубины нарушенного слоя после механической обработки кремниевых пластин методом косого шлифа.

3.	Получение пленок In на Si методом вакуумного напыления.
4.	Расчет технологических параметров термического испарения металлов в вакууме
5.	Получение пленок Pb на Si методом магнетронного распыления.
6.	Расчет технологических параметров тонкопленочных конденсаторов.

***Критерии формирования оценок по лабораторным работам:***

*7 баллов* - ставится за лабораторные работы, выполненные полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме лабораторной работы;

*6 баллов* – ставится за лабораторные работы, выполненные полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме лабораторной работы, допуская незначительные неточности;

*5 баллов* – ставится за лабораторные работы, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всех работ или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой.

*менее 4 баллов* – ставится за лабораторные работы, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всех работ.

**3.5. Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

**Вопросы к зачету**

*(контролируемые компетенции ОПК-4.1, ОПК-4.2., ПК-4.1., ПК-4.2, ПК-5.3)*

1. Общая схема технологического процесса. Групповая обработка.
2. Минимальный топологический размер (МТР) – основной показатель уровня технологии. Степень интеграции микросхем.
3. Динамика МТР и степени интеграции, закон Мура.
4. Перспективы развития планарной технологии.
5. Механическая обработка полупроводниковых материалов.
6. Шлифование полупроводниковых материалов.
7. Методы исследования структурных нарушений полупроводниковых материалов при механической обработке.
8. Полирование полупроводниковых материалов.
9. Физико-химические основы процесса травления. Способы травления полупроводников.
10. Диффузия. Механизмы диффузии.
11. Элементы математического описания диффузионных процессов.
12. Способы проведения диффузионных процессов.
13. Диффузия из газовой и паровой фазы.
14. Диффузия из поверхностных источников.
15. Ионная имплантация. Физические основы ионной имплантации.
16. Каналирование ионов.
17. Особенности технологии ионной имплантации.
18. Отжиг ионно-легированных слоев.
19. Методы эпитаксии полупроводников из газовой фазы.
20. Легирование и автолегирование.
21. Газофазная эпитаксия.
22. Принципиальные схемы проведения эпитаксиальных процессов.
23. Жидкостная эпитаксия и области ее применения.
24. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
25. Способы получения фотошаблонов.
26. Анализ точности литографического процесса.
27. Сопоставительный анализ предельных возможностей процессов литографии, основанных на применении ультрафиолетового, лазерного и рентгеновского излучений, электронных и ионных пучков.
28. Методы нанесения тонких пленок в вакууме: вакуумтермический, термоионный, электронно-лучевой, ионноплазменный (с использованием разрядов на постоянном токе, а также ВЧ- и СВЧ-разрядов), с помощью автономных ионных источников.
29. Магнетронные распылительные системы.
30. Алюминиевая и медная металлизация. Технология Damascene.
31. Термодинамика процесса окисления кремния.
32. Физическая модель окисления кремния.
33. Кинетика активного и пассивного окисления полупроводников.
34. Формирование диэлектрических пленок методом осаждения.
35. Получение МДПструктур.
36. Материалы затвора в субмикронных транзисторах. High-k – диэлектрики.
37. Технология КНИ.

**Целью промежуточных аттестаций** по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Твердотельная электроника» в виде проведения зачета.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной или письменной форме. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

*Форма билета для зачета*

*по учебной дисциплине*

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**1. им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники**  
**Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**  
**Дисциплина – Основы технологии электронной компонентной базы**

**БИЛЕТ № 1**

1. Перспективы развития планарной технологии.
2. Способы получения фотошаблонов.

Руководитель ОПОП  
к.т.н, доцент

\_\_\_\_\_ О.А. Молоканов

Зав. кафедрой электроники  
и цифровых информационных технологий,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ Р.Ш. Тешев